



JÖNKÖPING UNIVERSITY
School of Health and Welfare

Stråldos reduceringsåtgärder vid datortomografi- undersökningar som kan användas av röntgensjuksköterskor.

En litteraturstudie.

HUVUDOMRÅDE: *Radiografi*
FÖRFATTARE: *Madeleine Edvinsson & Jessica Prantner*
HANDLEDARE: *Tatiana Sterlingova*
EXAMINATOR: *Berit Björkman, universitetslektor*
JÖNKÖPING: *Vårtermin 2016*

Sammanfattning

Datortomografi (DT) undersökningen ger en tydlig anatomisk bild och är ett bra tillvägagångsätt för att upptäcka patologier. Joniserande strålning påverkar kroppen och därför är det viktigt att använda så liten stråldos som möjligt men ändå ge en bra diagnostisk bild. Syftet med litteraturstudien är att hitta olika sätt vid datortomografin som röntgensjuksköterskan kan använda sig av, för att minska stråldos till patienten. Studien innehåller 15 vetenskapliga artiklar, som inte är mer än 5 år gamla. Artiklarna har sökts på Jönköpings högskolebibliotek med olika databaser. Artiklarna kvalitetsgranskats för att de ska vara av hög kvalitet och ge ett trovärdigt resultat. Resultatet av studien presenteras som fyra olika åtgärder: rätt centrering, kV protokoll, mAs protokoll och stråldosanpassning efter Body Mass Index (BMI). Genom dessa åtgärder kan röntgensjuksköterskan anpassa undersökningen efter individen vilket leder till minskad stråldos till patienten.

Nyckelord: Datortomografi, stråldos, rätt centrering, röntgensjuksköterska

Summary

Radiation dose reduction measures at CT scans that can be used by radiographers – a literature review.

Computed tomography (CT) survey gives a clear anatomical image and is a good approach for detecting pathologies. Ionizing radiation affects the body and therefore it is important to use as little radiation dose as possible but still provide a good diagnostic image. The purpose of this literature review is to find different ways in CT radiographers can use, to reduce the radiation dose to the patient. This study contains 15 scientific articles, which is not more than 5 years old. Articles have been sought at Jönköping university libraries with different databases. The articles quality examined to be of high quality and provide a credible result. The results of the study presented by four different measures: proper centering, kV protocol, mAs protocols and radiation dose adapt after Body Mass Index (BMI). Through these measures, radiographers can customize the survey to reduced radiation dose to the patient.

Keywords: Computed tomography, radiation dose, proper centering, radiographer

Innehållsförteckning

Inledning	1
Bakgrund	1
Huvudområdet radiografi	1
Röntgensjuksköterskans yrkesetiska kod	1
Datortomografi	2
Joniserande strålning.....	3
Stråldos.....	4
Medicinskt tekniska åtgärder som är utvecklade för att sänka patientdosen.....	5
Åtgärder röntgensjuksköterskan kan använda för att minska patientstråldos	6
Problemformulering	8
Syfte	8
Material och metod	9
Inklusionskriterier	9
Exklusionskriterier	9
Artikelsökning	9
Kvalitetsgranskning	11
Etiska överväganden	11
Resultat	13
Rätt centrering.....	13
kV-protokoll.	15
mAs-protokoll.	16
Stråldosanpassning efter Body Mass Index	17
Diskussion	19
Metoddiskussion.....	19
Resultatsdiskussion.....	21
Omnämmanden	24
Slutsatser	25
Referenser	26
Bilagor
Bilaga 1	
Bilaga 2	
Bilaga 3	

Förkortningar

DT=Datortomografi

BMI= Body Mass Index

CT= Computed tomography

VFU=Verksamhetsförlagd utbildning

HU= Hounsfield-Units

kV= Rörspänning

mAs= Rörström

D= Absorberad dos

Gy= Gray

SI= Internationella måttenhet system

\bar{D} = Medelabsorberad dos

W_R = Strålningsviktsfaktorer

H_T =Ekvivalent dos

\bar{D}_T = Medelabsorberad dos över vävnad

Sv=Sivert

CTDI= *Computed Tomography Dose Index*

DLP= Dos Läng Produkt

E= Effektiv dos

ASiR= *Adaptive Statistical Iterative Reconstruction*

AEC= *Automatic Exposure Control*

PCD= *Photon-Counting Detector*

VOI= Volume of Interest

ALARA= *As Low As Reasonable Achievable*

CASP= *Critical Appraisal Skills Programme*

Inledning

Vid författarnas verksamhetsförlagda utbildning (VFU) på röntgenklinik diskuterades vikten av stråldosreduceringsåtgärder vid datortomografiundersökningar och vad som bör tänkas på när en patient bestrålas. Då väcktes ett intresse att fördjupa sig om olika åtgärder som kan påverka stråldosreduceringen. Under VFU diskuterades en åtgärd som handlade om patientens centrerings i gantryt. Åtgärden kallas rätt centrerings(1).

Bakgrund

Huvudområdet radiografi

Röntgensjuksköterskans huvudområde är radiografi. Det ingår i professionens kunskapsområde, forskningsområde och blir därmed röntgensjuksköterskas ansvarsområde. Ämnet radiografi hämtar kunskaper främst från bild och funktionsmedicin, strålningsfysik, medicin samt omvårdnad. Beprövad erfarenhet och vetenskap bygger upp området radiografi. För att kunna utveckla kunskapen inom radiografi krävs både teoretiska och verksamhetsförlagda kunskaper. Grunden för röntgensjuksköterskans arbete är de korta mötena med människor som sker varje dag. En röntgensjuksköterska möter människor med olika åldrar, kulturer och vårdbehov. Därför måste röntgensjuksköterskan kunna bemöta alla patienter på ett professionellt sätt utan att egna åsikter och värderingar blandas in (2).

Det finns något som kallas den centrala kunskapen inom radiografi och det är planering, genomförande, och utvärdering av undersökningar och/eller behandlingar avseende bildkvalitet, strålsäkerhet och stråldos. Patientsäkerheten är huvudsakliga kunskapen inom radiografi. Huvudområdet radiografi ger kunskap och förståelse för interaktionen mellan vårdmiljö, människa och teknik (2).

Röntgensjuksköterskans yrkesetiska kod

För att ha ett etiskt förhållningssätt innehåller den yrkesetiska koden för röntgensjuksköterskan fyra huvudområden: röntgensjuksköterskan och professionen,

röntgensjuksköterskan och vårdtagaren, röntgensjuksköterskan och yrkesutövaren i vården, och röntgensjuksköterskan och samhället. Röntgensjuksköterskan ansvarar för en god strålhygien och att minska stråldosen till patienten vid undersökningar och behandlingar. Röntgensjuksköterskan ska kritiskt granska sitt arbete och ansvarar för egen utveckling. Som röntgensjuksköterska tags hänsyn till andra yrkesprofessioner och informera dem om exempelvis stråldos och strålskyddsåtgärder(3).

Datortomografi

Datortomografi (DT)/ *Computed Thomography* (CT) har utvecklats till den främsta undersökningsmetoden på senare år inom radiografi. En av anledningarna till ökat användande är att den ger en tydlig anatomisk bild, då strukturerna inte överlappar varandra (4).

Vid en undersökning roterar ett röntgenrör och detektor runt patienten. Röntgenröret skickar ut joniserande strålning som går igenom patienten och träffar detektorn och en signal skapas. Bilderna blir till genom att signalen förs vidare som transmissionsdata d.v.s. attenueringsprofiler. Från profilerna beräknas en bild fram, metoden kallas bakåtprojektion. Attenueringsprofilerna beräknas baklänges utifrån tätheterna i vävnaden. För att allt i bilden ska hamna på rätt plats krävs en stor mängd med olika ekvationer. Artefakter är ett resultat av att datorn inte klarar av att lösa ekvationerna. En artefakt kan ge brus eller ”stråkar” av grått i bildområdet. Beroende på hur mycket vävnaderna absorberar av strålningen blir det olika attenueringsgrader. Vitt(skelett) på bilden har en hög attenuering medan svart(luft) har en låg attenuering (5).

Vid en DT bild visas lägesbestämning av organen och även tätheten i förhållande till vatten. Syftet med DT är att kunna avbilda kroppens anatomi på ett väldigt detaljrikt sätt (5). DT-undersökningen visar på ett noggrant och snabbt sätt patologiska förändringar och skador. Dock används inte DT som ett förstahandsval då det ger en högre stråldos än andra röntgenundersökningar, men det är det snabbaste sättet som kan ge läkare tillräcklig information gällande färiska hjärnblödningar eller svåra trauman. Läkaren kan med DT-bilderna ta beslut om eventuella behandlingar, ex strålbehandling eller medicinering (6).

DT kan användas för att följa upp och kontrollera resultatet av behandling som exempelvis om en tumör gått tillbaka efter strålbehandling. DT-bilderna ger även bra information till kirurger inför operationer. På så sätt får läkarna en exakt bild av vart patologin befinner sig. Omkringliggande organ och blodkärl syns också tydligt vid det område som undersöks(6).

Joniserande strålning

Då röntgenstrålningen passerar genom kroppen vid en undersökning växelverkar fotonerna med atomer i kroppen. Fotonerna förlorar då energi och ändrar riktning. När den joniserande strålningen träffar kroppens vävnader avges strålningsenergi i form av jonisationer och excitationer i materian. Excitationer och jonisationer påverkar de olika elektronerna i atomerna. Vid jonisation slås en banelektron ut och vid excitationen förflyttas elektronen till ett utomliggande skal, orsakat av väldigt hög energi (7).

Attenuering menas med att fotonerna förlorar olika mängd energi beroende på materialet de passerar. Det går att mäta attenuering i olika vävnader genom *Hounsfield-units (HU)* vid DT-undersökningar. Beroende på vävnadstyp varierar attenuering och HU. I vatten är HU 0 och i luft -1000 HU. Benvävnad har olika attenueringsvärden, det kan vara upp mot 1000 HU beroende på dess täthet. HU är viktigt för att kunna se vilken typ av vävnad som befinner sig i bilden, då HU är kopplat till olika toner mellan svart och vitt i gråskalan. Exempelvis luft är svart och benvävnad är vitt (4).

Joniserande strålning kan orsaka skador på den biologiska vävnaden, både hos patienter och personal som arbetar med utrustningen. Vid jonisationerna i en atom kan en skada ske på DNA eller andra delar av cellkärnan. Många av skadorna kan cellernas reparationssystem ta hand om, men en mindre del blir till bestående skador och visas som biologiska effekter. De biologiska effekterna delas in i två kategorier, *deterministiska* (förutsägbara) och *stokastiska* (slumpmässiga) skador(8).

Deterministiska effekter uppstår när många celler blir bestrålade vid ett tillfälle och dör. Konsekvensen av celldöd kan bli att organets funktion försämras eller upphör. Exempel på deterministiska effekter: håravfall, hudrodnad, nekros och missbildning. Vid stokastiska effekter träffar elektronen cellens DNA indirekt och utgör en skada. Denna skada kan cellen i de flesta fall reparera eller programmera celldöd, även kallat *apoptos*. Men i sällsynta fall kan cellen fortsätta att leva trots skadan, men då med en mutation. Cellen utvecklas då till en cancercell (8).

Stråldos

Faktorer som påverkar röntgenstråldoser inom röntgendiagnostik är rörspänning, rörström, exponeringstid, antal exponeringar, vilken kroppsdel som bestrålas samt patients längd och vikt. Röntgenläkaren och röntgensjuksköterskans skicklighet i förhållande till användning av parametrar men också röntgenutrustningen påverkar stråldos. God kunskap från läkare och röntgensjuksköterskor om undersökningstekniker, patientstrålskydd, apparatur och samarbete med sjukhusfysiker kan minska strålningen till patienten (7).

Rörspänning betecknas i kilovolt (kV) och kan variera vid olika undersökningar. Beroende på vilken rörspänning som används påverkar det fotonernas rörelseenergi. Hög rörspänning ger hög rörelseenergi och ger en mer penetrerad strålning. Rörspänningen påverkar kontrasten mellan svart och vitt i bilden. Om rörspänningen är för låg blir det en otillräcklig penetrering av strålningen och det blir ingen tillräcklig bildinformation. För hög rörspänning gör att kontrast i bilden minskas (7).

Rörström (mAs) beror på hur många elektroner som accelereras mot anoden/sekund och ändras genom uppvärmning av glödtråd. Ökar rörströmmen eller exponeringstiden ökar intensiteten, vilket ger en ökad svärtning i bilden. Det ger också en högre stråldos till patienten. För att undvika en suddig bild är det viktigt att patienten ligger still under hela undersökningstiden (7).

Absorberad dos (D) är en grundläggande storhet och anger mängden energi som bestrålats i en viss punkt i volymen. Vid uträkning av D måste hänsyn tas till vilken typ av organ som bestrålats. D skrivs i internationella måttenhetssystemet (SI) som

enheten Gray (Gy). D är väsentlig för den biologiska effekten, vid hög D är det svårare för cellerna att repareras jämfört med låga doser. Medelabsorberad dos (\bar{D}) är den absorberade energin per massenhet. \bar{D} har SI-enheten Gy (7).

Effekten av skadan beror också av stråltypen, energin och strålningens jonisationsförmåga, d.v.s. hur många jonisationer som produceras under stråltiden. Tillsammans med D och strålningsviktsfaktorer (W_R) bildas ett mått som anger stråltypens biologiska effekt. Den ekvivalenta dosen betecknas H_T och beräknas genom $H_T = W_R \times \bar{D}_T$ (7).

\bar{D}_T står för medelabsorberade dosen över vävnaden. Ekvivalent dos anges i SI-enheten sievert (Sv) (7). Andra enheter som benämner stråldos på olika sätt är bland annat *Computed Tomography Dose Index* (CTDI), Dos-Längd-Produkt (DLP) och Effektiv dos (E) Det finns många olika CTDI. Bland annat $CTDI_{100}$ används för att beräkna uppskattningen av stråldos till patienten. $CTDI_{vol}$ benämns som den medelabsorberade dosen vid det undersökta området. $CTDI_{100}$ och $CTDI_{vol}$ har SI-enheten milliGray (mGy) (5).

DLP är ett mått på totala mängden strålning som patienten tagit emot under undersökningen. DLP beräknas $DLP = CTDI_{vol} \times$ bestrålad längd. DLP mäts i SI-enheten milliGraycentimeter (mGycm). E tar hänsyn till varje organ som bestrållats och ger en bättre beskrivning med risken av strålning, därför ska E jämföras vid DT-undersökningar. E mäts i enheten milliSievert (mSv). E beräknas genom $E = E_{DLP} \times DLP$. E_{DLP} är en uppskattad omräkningsfaktor mellan effektiv dos och DLP. Det tar hänsyn till anatomiskt område som är tänkt att bestrålas och kön. E_{DLP} har SI-enheten (mSv/mGycm) (5).

Medicinskt tekniska åtgärder som är utvecklade för att sänka patientdosen

Det finns flera olika stråldossänkande åtgärder inom DT som är utvecklade och inställda i den medicinskt tekniska utrustningen.

En av dem är iterativ rekonstruktion som är en mjukvara. Mjukvaran baseras på de nödvändiga beräkningar vid skapandet av DT-bilden. Vid beräkningen används

algoritmer och snabba datorer, som är till för att bestämma aktivitetsfördelningen i snittet (9).

Exempel på iterativ rekonstruktion är *Adaptive Statistical Iterative Reconstruction* (ASiR) som används på GE *Healthcare*-maskin. ASiR minskar stråldos och förbättrar bildkvalitet, vilket flera studier har bevisat. En minskning med 19 % av totala DLP och en betydligt bättre bildkvalitet är resultatet av användande av ASiR(10).

Vid *Automatic Exposure Control* (AEC) producerar röntgenröret joniserande strålning med olika energier. Genom att använda AEC anpassas strålningen efter patientens kroppsform. I en studie av McCollough (2012), används AEC. Resultatet visade att den effektiva stråldosen minskade med 25 % för en vuxen människa som väger 70-80 kg(11).

Photon-Counting Detector (PCD) är en detektor som kan användas vid DT. Användandet av PCD kan minska stråldosen till patienten med 29 %. Den förbättrar även bildkvaliteten (11).

Volume Of Interest (VOI) är ett fysikaliskt filter som placeras framför röntgenröret som minskar fotonens intensitet utanför filtret. Genom att använda VOI-filtret kan stråldosen minskas med 25-30%. Området utanför filtret minskas med 50-65%. (11).

Åtgärder röntgensjuksköterskan kan använda för att minska patientstråldos

Rätt centrering

I DT-maskinens gantry placeras patienten på en brits. Britsen kan justeras i tre olika riktningar och roteras så att rätt position erhålls. Isocentrum ligger i mitten av gantryt och är o-referensen, där patienten ska vara centrerad. För att få exakt position används laserstrålar i x,y och z-led, så att rätt centrering kan ställas in. Genom avståndsskala kan avståndet med noggrannhet ställas in mellan strålfokus och patient (7).

Om patienten skulle felcentreras under eller över 0-referensen ger det en minskad eller ökad stråldos. Oftast placeras patienten för lågt än för högt mot 0-referensen. En felcentrering kommer ge en felaktig rörströmstyrka (12).

Rörspänning(kV)/Rörström(mAs)

Genom att sänka mAs och kV minskar stråldosen, men det ökar risken att bildkvaliteten försämras. Vid för låga stråldoser kan information gå förlorad genom ökat bildbrus och det blir då svårare att diagnostisera. För att minska dosen finns särskilda protokoll där bland annat mAs och kV ändras för att passa patientens kroppsvikt. Större patienter har en högre risk för bildbrus då stråldos minskas. Det är därför viktigt att hitta en balans mellan stråldos och bildkvalitet (12).

Stråldosanpassning efter Body Mass Index

En persons kroppsvikt och längd kan definieras i BMI. BMI räknas ut genom vikt(kg) / längd x längd(m²). Genom att räkna ut BMI kan underviktig, normalviktig och överviktig kategoriseras. Vid en DT-undersökning kan kategorisering av patienternas BMI avgöra hur mycket rörström och rörspänning som är lämplig. Då undersökningen anpassas efter patientens BMI påverkas stråldosen (13).

Extra viktigt är det att tänka på optimering av strålning då patienterna är väldigt stora eller väldigt små. Maskintillverkaren brukar skicka med *guidelines* som beskriver hur strålning kan anpassas efter patienten i DT-maskinen (14).

Problemformulering

Som tidigare nämnt har DT utvecklats till en av de främsta undersökningsmetoderna och används mer och mer. Fördelen med DT är att det ger en tydlig anatomisk bild, men bidrar med högre stråldos till patient än andra röntgenundersökningar (4).

Röntgensjuksköterskor ska arbeta efter den yrkesetiska koden. Vilket innefattar att hen har ett ansvar att använda så liten stråldos som möjligt vid undersökningar (3). Principen *As Low As Reasonable Achievable* (ALARA-principen) står för att röntgensjuksköterskan ska reducera stråldosen till patienten vid undersökningarna (15).

Som blivande röntgensjuksköterskor känner författarna vikten av att kunna reducera joniserande strålning till patienten. Arbetet kommer handla om ett fåtal olika åtgärder som röntgensjuksköterskan kan göra för att minska den joniserande strålningen.

Syfte

Syftet med arbetet är att studera och redovisa olika åtgärder som röntgensjuksköterskan kan använda för att minska stråldosen till patienten vid DT undersökningar.

Material och metod

Författarna valde att använda sig av metoden litteraturstudie för att kunna besvara studiens syfte. I litteraturstudien användes en manuell sökning. Den manuella sökningen grundades på sökningar i elektroniska databaser. När författarna började insamlingen av artiklar ska de bedömas vara aktuella för studiens syfte. Vid insamlingen bör författarna vara uppmärksamma på punkter som: var artikeln *peer reviewed*, d v s granskad av en expertis, fanns det akademisk kompetens på artikelns författare. Punkterna var till för att stärka artiklarna (16). Informationen som samlades in med hjälp av två olika databaser, PubMed och CINAHL fanns tillgängliga på Hälsohögskolans bibliotek. PubMed är en sökmotor som indexeras ur den primära databasen Medline. Databasen innehöll artiklar med områden som bland annat medicin och omvårdnad. CINAHL är en databas som fokuserar på omvårdnadstidskrifter och andra områden inom vården (17).

Inklusionskriterier

De vetenskapliga artiklarna som togs med ska besvara studiens syfte. De ska också vara maximum 5 år gamla och ska vara engelsk språkliga. I artiklarna där forskning gjorts på människor ska ett etiskt godkännande finnas. Artikeln ska ha minst 9/11 poäng från CASP checklista (bilaga 1).

Exklusionskriterier

Artiklar som var mer än 5 år togs inte med i studien för att författarna ville ha mer aktuell forskning inom ämnet. Artiklar som innehöll annat språk än engelska togs heller inte med i studien. De artiklar som inte uppnådde målen för CASP checklistan (bilaga 1) förkastades. Studier som innehöll stråldosreducerande åtgärder av övrig yrkesprofession än röntgensjuksköterskan uteslöts och övriga artiklar som inte besvarade syftet.

Artikelsökning

Vid första sökningen användes ord som lades ihop till meningen ”*Reduced radiation dose in CT*”. Orsaken till orden som valdes var baserat på studiens syfte. Den första sökningen gav många träffar på vetenskapliga artiklar, 1856 st. Då sökträffen blev så bred insåg författarna att sökningen måste begränsas till färre träffar. Därför specificerades sökmeningarna ytterligare för att kunna besvara studiens syfte. Från första sökträffen lästes 7 *abstracts* baserat på artikelns rubrik. Ett *abstract* svarade på studiens syfte och artikeln lästes i fulltext. Artikeln togs med i studien efter godkänd kvalitetsgranskning. Från första valda artikeln hittades *keywords* som användes till att specialisera nästa sökning. Med tiden hittades flera artiklar och de innehöll *keywords* som användes till sökningen. Den här metoden användes genom hela sökprocessen. Sökmeningar som användes var: ”*Reduced radiation dose in CT*”, ”*x-ray patient dose miscentering in CT*”, ”*X-ray patient dose miscentering in CT*”, ”*Automatic exposure control patient dose in CT*”, ”*Reducing body CT dose*”, ”*Impact of pitch in CT*”, ”*Radiation dose off-centering in CT*”, ”*CT protocol reduce radiation*”, ”*Miscentering CT radiation dose*”, ”*Effects of centrerung radiation dose in computed tomography*”, ”*Effects head CT patient radiation dose*”, ”*Reduce lens dose in head CT*”, ”*Effects of kilovoltage in patient dose in CT*”, ”*Effects of tube current patient dose in CT*” och ”*CT optimization kV*”

Då 15 artiklar inkluderades i studien slutade artikelsökningen. Artiklarna som valdes ut sammanställdes i en tabell, där sökhistorik presenterades. Rubriker i tabellen innehöll datum artiklarna söktes sökmeningar som användes, databas som användes vid söktillfället, hur många träffar som uppstod vid söktillfället och hur många *abstract* lästes. Av *abstracten* skapas en kategori som beskriver urval och vidare läsning i fulltext. Till sist skapades en kategori som innehöll valda artiklar för studien (bilaga 2) (18).

En sammanfattning av de valda artiklarna presenterades i bilaga 3 där kategorierna är: Publikationsår/land/databas/författare/kvalitetsgranskningspoäng/ etiskt godkännande, titel, syfte, metod/urval/bortfall och slutsats/resultat (18).

Efter artikelsökningen skapades fyra kategorier av artiklarna. De skapades genom artiklarnas innehåll, där studierna baserades på fyra olika åtgärder som röntgensjuksköterskan kan använda för att minska stråldosen till patienten.

Kvalitetsgranskning

För att veta att alla vetenskapliga artiklar består av hög kvalitet, kvalitetsgranskades artiklarna via *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP). CASP är en webbsida som används till kritisk granskning och hjälper att läsa och kontrollera forskning för pålitlighet i författarnas resultat (19).

Från webbsidan laddades checklisten *CASP Case Control Study Checklist* ner (bilaga 2). Checklisten innehöll 11 frågor som avgjorde om artikeln skulle behållas eller förkastas. Frågorna kunde endast besvaras med "ja", "vet inte" eller "nej". En gräns sattes av författarna där 9 av de 11 frågorna krävde svaret "ja", för att godkännas och vara med i sammanställningen av de utvalda artiklarna(20).

Referenssystemet som används är Vancouver.

Etiska överväganden

Enligt vetenskapsrådet (21) finns det fyra allmänna etiska huvudkrav och dessa är informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet. Informationskravet innebär att alla personer som deltar i studien har rätt att informeras om forskningens syfte. Samtyckeskravet går ut på att deltagaren har rätt att bestämma om hen vill delta i studien eller inte. Konfidentialitetskravet innebär att ingen obehörig får ta del av deltagarnas uppgifter utan att dessa är presenterade på ett sätt så deltagarens identitet inte röjs. Nyttjandekravet innebär att deltagarnas uppgifter endast får användas för forskningens avsikter (21). På grund av att den presenterande studien innehåller artiklar som utfördes av andra forskare kunde inte författarna påverka artiklarnas uppföljning av de fyra kraven.

Då bestämde sig författarna att vid granskningen av de olika vetenskapliga artiklarna blir det rimligt att se om forskaren/forskarna har fått ett etiskt godkännande av en

nämnd, eller om informerat samtycke erhålls. Nämnden är till för att följa etiska aspekter, riktlinjer och lagar(22).

Författarna har gått igenom artiklarna för att se om en etisk kommitté har gett ett godkännande. Alla artiklar där forskning på människor utförts har forskarna fått ett etiskt godkännande av kommitté. Där etiskt godkännande saknades var vid flera av fantomstudierna. Dessa studier valdes ändå att tas med då det inte utgörs någon fara för fantomerna.

I fantomstudierna där inget etiskt tillstånd finns har även andra kriterier sökts. Ett kriterie är att studien har blivit accepterad och har fått tillåtelse att publiceras. Hälsöhögskolans blankett för etisk egengranskning av examensarbetet fylls i och skrivs under tillsammans med handledare.

Resultat

I tabell 1 redovisas olika kategorier som framkommit från de olika artiklarna (Bilaga 3) som denna litteraturstudie innehåller. Artiklarnas innehåll varierar och därmed kategoriserades artiklarna till rätt centrerings, kV-protokoll, mAs-protokoll och BMI. Artiklarna är från olika länder och dessa är: Finland, Thailand, Nederländerna/Iran/Schweiz, Kina, Canada, USA, Tyskland, Korea och Japan/USA.

Tabell 1. Kategorier med referensnummer.

<i>Kategorier</i>	<i>Studiens referensnummer från Bilaga 3.</i>
Rättcentrering	1, 2, 4, 5, 9, 10
kV-Protokoll	7, 8, 12, 13, 15,
mAs-Protokoll	3, 11, 14
BMI	3, 6,

Rätt centrerings

De artiklarna som berör felcentrering (tabell 1) kom alla fram till samma slutsats att centreringsen spelar en väldigt stor roll till hur mycket stråldos patienten får. Studierna utgick från en 0-referens d.v.s. mitten av gantryt. Artikel 1 (tabell 1) använde sig av 7 olika höjdnivåer på bordet. 2, 4 och 6 cm under 0-referens och 2, 4 och 5,4cm över 0-referens. Strålrättning är *anterior-posterior*(AP). Resultatet i studien visade en märkbar skillnad i stråldos och bildkvalitet vid de olika bordsnivåerna. Felcentreringen vid 5,4 cm ovanför 0-referens ökade stråldos med 35 %. Bruset påverkades vid de olika höjdnivåerna. Vid den lägsta bordsnivån ökade brusets med 45 % (23).

Artikel 4 (tabell 1) använde sig av bordsnivåer 2, 4 och 6 cm under och över 0-referens. Forskarna använde sig av AP-strålrättning. Resultatet visar att stråldosen ökar med 53 % vid 6 cm ifrån 0-referens. (tabell 2). Bildbruset påverkas också vid de olika centreringarna. Användandet av olika DT-maskiner påverkar också stråldosen till patient. I studien kom forskarna fram till att hela 80 % av patienterna som gjort en undersökning centrerades under 0-referensen. (24).

I artikel 5 (tabell 1) användes en *posterior-anterior*(PA) strålrättning. Bordsnivåerna 2, 4 och 6 cm under och över 0-referens erhöles. Då fantomen var 6 cm under 0-referens ökade stråldos med 38 %. Vid 6 cm över 0-referens minskade strålningen med 23 %. Artikeln tar även upp att små patienter är lättare att felcentrera och där med ökar stråldosen (25).

I artikel 9 (tabell 1) användes 5 olika bordsnivåer. 5 och 10 cm under, 5 och 10 cm över 0 referens. $CTDI_{vol}$ varierade mellan 3,4 – 24,2 mGy vid de olika centreringarna. Studien visar att $CTDI_{vol}$ ökar med ökat avstånd nedanför 0-referens(26).

Artikel 10 (tabell 1) mätte stråldos vid olika bordslägen: 2, 4 och 6 cm under 0-referens. Resultatet visar att en ökad felcentrering ger en ökad stråldos och bildbrus. Vid centreringen på 2 till 6 cm under 0-referensen ökar stråldosen med 26-55 % (27).

Artikel 2 (tabell 1) använde sig av centrering i form av att vinkla gantry av CT-huvud, där de använde sig av 8 olika vinklingar utefter huvudet. Resultatet visar att det effektivaste sättet att minska stråldos till ögonlins är vinkling av gantry. Då gantry vinklades till hälften minskade stråldosen med 20 % till ögonlinsen, dock en ökning av absorberad dos i bakre delen av huvudfantomen syntes. Endast en liten vinkling av gantry kan vara av värde eftersom scanningsområdet förkortas och det ger en minskning av total stråldos (28).

Tabell 2. Felcentrerings/rätt centrerings påverkan på stråldos.

Metod	Artikel med referens nummer	felcentrerat från o-referens	Dosökning vid felcentrering / rätt centrerings	
			E (%)	CTDIvol (mGy)
Rätt centrerings	1	5,4 cm	35	
	2	Huvud vinklas halvvägs.	Minska stråldos med 20 % till ögonlins	
	4	6 cm	53	
	5	6 cm	38	
	9	10 cm		24,2
	10	6 cm	55	

kV-protokoll.

I de studier som använt olika kV-protokoll har utgångspunkterna varit 120kV, 100kV och i vissa fall 80kV. Samtliga kom fram till att minskning av kV är till fördel för patienten stråldosmässigt utan att äventyra bildkvalitén.

Artikel 7 har använt sig av standardprotokoll (120kV) och ett lågdosprotokoll (80kV). Resultatet visade att en användning av kV-lågdosprotokoll gav en minskning med 42 % i stråldos utan att kompromissa med bildkvalitet (29).

I artikel 8 har två protokoll jämförts, ett protokoll med 80-100kV, endast en patient i det protokollet bestrålades med 80kV, resterande med 100kV. Det andra protokollet använde 120kV. Vid användande av 80-100 kV protokoll minskade strålningen med 57 % i bäcken, 73 % i buken och 65 % i bröstet. Resultatet baseras på användande av 100 kV då för få patienter bestrålades med 80 kV(30).

Artikel 12 använde sig av 100 kV protokoll och 120 kV protokoll. Scanningen utfördes på huvud-halsundersökningar. En minskning av stråldos på 7-8 % visades vid datainsamlingen. En ökning av brus i bild kunde ses. Bildkvalitet kunde bedömas efter europeiska riktlinjer för bildkvalitet och blev godkända (31).

I artikel 13 användes även här två protokoll med 100kV respektive 120kV. Ingen skillnad i bildkvalitet kunde utmärkas vid användandet av de olika protokollen. Den effektiva dosen minskade med 31,8 % vid användande av 100kV jämfört med 120kV (32).

Artikel 15 använde sig av standardprotokoll med 120kV och ett CARE kV-protokoll med 80-100 kV som varierade beroende på patientens vikt. Effektiva dosen minskade med 17 % och bildkvaliteten påverkades inte med CARE kV-protokoll (33).

Nedanstående visas tabell 3 där resultatet sammanställts från artiklarna som berör kV-protokoll.

Tabell 3. *kV-protokolls inflytande på stråldos.*

Metod	Artikel med referensnummer	Låg/Hög kV	Dosreducering vid låg kV jämfört med hög. E (%)
kV-protokoll	7	80/120	42
	8	80-100/120	57 (bäcken) 73 (buk) 65 (bröst)
	12	100/120	7-8
	13	100/120	31,8
	15	80-100/120	17

mAs-protokoll.

Studierna gällande mAs-protokoll visade en minskning på stråldos till patienten. Det viktiga gällande användandet av mAs är att ta hänsyn till patientens kroppsstorlek. En för låg mAs kan dock påverka bildkvaliteten negativt med ökat brus i bild. Artikel 3 använde sig av ett protokoll med fast rörspänning på 120kV och fast rörström på 400 mAs. I det andra protokollet användes även där fast rörspänning men justerade rörströmmen efter patientens vikt. mAs ändrades från 90-130. Med användning av mindre mAs minskade den effektiva stråldosen med 53-73% (34).

I artikel 11 gjordes undersökningar på över och underkäke. Här användes 12 olika protokoll där mAs justerades mellan 14-42 och en varierande *field of view* (FOV). Alla bilder utifrån de 12 protokollen har en bra kontrastupplösning. Vid minskning av mAs kombinerat med FOV ger det en 24-29 % minskning i effektiv dos. Protokoll med 14 mAs gav en stråldos på 23 mSv och vid 42 mAs är stråldosen 103 mSv (35).

Artikel 14 använde sig av 3 protokoll. Protokoll 1 använde sig av 210 mAs och protokoll 2 använde 450 mAs. Protokoll 3 har ingen begränsning på mAs. Vid 210 mAs minskade strålningen med 31 % jämfört med 450 mAs, och jämfört med ingen begränsning-protokoll minskade strålningen med 38 % vid 210 mAs (36). Tabell 4 är en sammanställning av de olika artiklarna som använt mAs-protokoll.

Tabell 4. mAs-protokolls inverkan av stråldos.

Metod	Artikel med referens nummer	Låg/hög mAs	Dosreducering vid användning av lägre mAs.	
			E (%)	DLP (%)
mAs-protokoll	3	90-130 /400	53-73	
	11	14/42	24-29	
	14	210/450		31
	14	450/ingen begränsning		38

Stråldosanpassning efter Body Mass Index

Några av studierna innehöll påverkan av vad de olika viktklasserna har för betydelse gällande strålning och bildkvalitet. Genom att räkna ut en patients BMI innan undersökningar kan rätt parametrar ställas in. Exempelvis kan mAs och kV justeras för att få en mindre stråldos till patienten. Tabell till BMI saknas då det är svårt att redovisa resultatet, därför redovisas siffrorna i löpande text.

I artikel 3 delades individerna in i 2 grupper, där ett medelvärde på båda gruppernas BMI räknades ut. Undersökningarna tog också hänsyn till olika organ. I grupp 2 ställdes de olika parametrarna in efter patientens BMI, vilket inte gjordes i grupp 1.

Resultatet visar att effektiv dos och CTDI_{vol} var lägre i grupp 2. Vid CT-bröst minskade effektiva dosen med 87 % och CT-buk 83 % (37).

Artikel 6 delade in patienter i två grupper. En grupp där BMI var under 25 och grupp 2 där BMI var 25 eller högre. Varje grupp delades in i 5 slumpmässiga undergrupper där olika protokoll användes för att minska stråldos till patienten. Protokollen innehöll olika justeringar av mAs, kV och AEC. Forskarna kom fram till att patienter under BMI 25 ska använda sig av 100 kV protokoll och patienter med BMI över 25 ska ha 120 kV protokoll för att inte utsätta patienten med onödiga strålning. Även användande av anpassad BMI och AEC bidrar till minskad strålning (38).

Diskussion

Metoddiskussion

Reliabilitet är ett mått på studiens tillförlitlighet d.v.s. frånvaron av slumpmässiga fel. Om studien skulle göras igen ska samma mätvärden återges. En tydlig anvisning om hur datainsamlingen skett ger en god struktur på arbetet. Det går att dela in reliabiliteten i två olika grupper: hög och låg. För att hålla en hög reliabilitet i studien har exempelvis en checklista för de vetenskapliga artiklarna använts.

Validitet är mätinstrumentets förmåga att mäta det som är tänkt att mätas. Genom att ha en god validitet blir det inga systematiska mätfel. Validitet kan kontrolleras med att artiklarna har ett rimligt innehåll (39).

Först valde författarna att göra en systematisk litteraturstudie men bytte till en manuell sökning då kraven för sökningens strategi vid systematisk litteraturstudie inte uppfylldes(39). Sökningen avvek då författarna istället för sökord och sökordskombinationer använde sig av meningar med *keywords* som fanns i redan hittade vetenskapliga artiklar.

Anledningen till att metoden litteraturstudie valdes var på grund av ett intresse av att granska andras forskning och ämnet strålning. Syftet med studien är att ta reda på vad röntgensjuksköterskan kan göra för att minska stråldos till patienten. I början av artikelsökningarna upptäcktes många artiklar som övrig personal på röntgenklinik kan göra för att minska stråldosen till patient. Exempelvis kan sjukhusfysikern/CT-leverantör installera iterativ bakåtprojektion. Bland annat hittades en artikel som studerat ASiR. Dock är detta inget som röntgensjuksköterskor kan påverka(10). Det var däremot inget problem att hitta artiklar som passade studiens syfte.

Genom sökningarna vid de olika databaserna har vi fått mycket kunskap om olika tillvägagångsätt för röntgensjuksköterskan att minska stråldos till patienten vid DT. Det har även gett en större överblick över åtgärderna som tagits upp i resultatet. Till en början användes mindre specifik sökmening vilket gav väldigt många träffar och det försvårade sökandet efter relevanta artiklar för studien. Något som kunde underlätta sökningen skulle vara att stämna av en träff med högskolans

bibliotekarie. Men det mesta av artikelsökningen har gått bra. En års-gräns (2011-2016) ställdes in vid sökandet av artiklarna där alla artiklar ej får vara äldre än 5 år. Utvecklingen av DT sker väldigt snabbt och författarna känner då att artiklar äldre än 5 år inte längre är aktuella. Vid artikelsökningen användes 13 sök-kombinationer på databasen PubMed men endast 2 på databasen CINAHL. Orsaken till detta var att PubMed hade ett bättre utbud av vad som efterfrågades. För att kvalitetsbedöma artiklarna valdes en checklista (bilaga 1) från CASP (20).

Det finns kvalitetsbedömningar för artiklar på svenska, men denna checklista innehöll de rätta frågorna och fokuserade på att få fram trovärdiga artiklar som passade in i studien. Författarna tycker också att artikelns upplägg spelar roll och ger en hög validitet.

Gränsen 9/11 valdes för att uppnå ett tillräckligt högt kvalitetsvärde för att få ingå i studien. Författarna valde gränsen 9 som består av 78 % från checklistan, vilket ökar validiteten i studien. (Bilaga 1). Alla artiklarna hamnade över den avsatta gränsen. Genom gränsen som sattes har artiklarna hög kvalitet. Vilket gör att författarna känner sig trygga då en hög reliabilitet och validitet används. Något som underlättat studien är att alla artiklar varit av kvantitativt slag. Vid kvantitativa studier samlas data in med hjälp av mätningar, matematik och statistik. Vilket leder till en numerisk observation (40).

Om artiklarna hade bestått av både kvantitativa och kvalitativa metoder hade det kanske varit svårare att uppskatta och tolka studiernas resultat, då metoderna skiljer sig åt. Författarna har följt Henricsen genom att läsa på om tillvägagångsätt gällande manuell litteraturstudie vilket ökar reliabilitet och validitet (16).

Artiklarna som sammanställts i studien är från många olika länder. Bland annat från Finland(3st), Thailand (1st), Nederländerna/Iran/Schweiz (1st), Kina (3st), Canada (3st), USA (2st), Tyskland (1st), Korea (1st) och Japan/USA(1st). Det är positivt att många länder gjort olika studier om flera sätt att minska strålningen till patienten vid

DT-undersökningar. Dock kan detta resultera i vissa svagheter, exempelvis olika inställningar på parametrar och olika leverantörer av utrustning.

Istället har andra litteraturstudier jämförts med studien. Författarna upptäckte då att bland annat har CASP-checklistan förekommit bland andra litteraturstudier. Då andra forskare har använt sig utav listan känns det som att validiteten påverkas positivt

Resultatsdiskussion

Rätt centrering

Vid sammanställningen av rätt centrering kom alla forskare fram till ungefär samma slutsats, vilket är att en rätt centrering krävs för att hålla så liten stråldos som möjligt till patienten. Det faktum att forskarnas resultat stödjer varandra tycker författarna ökar den presenterande studiens validitet. Författarna upplevde efter deras VFU-placering, svårigheten med att centrera patienter rätt. Eftersom det inte alltid kan vara lätt att se mitten av en patient. Författarna märkte vid VFU att om en patient är smal eller tjock kan det vara extra svårt att centrera patienten i mitten av gantryt i DT-maskinen. Artikel 5 (tabell 1) tar upp just detta om svårigheten att centrera underviktiga patienter och stråldosökningen i samband med felcentrering(23). Författarna anser därför att rätt centrering är en viktig åtgärd och som skulle behöva forskas och upplysas mer. Något som författarna upptäckte var att i de olika artiklarna skiljde sig mängden av olika DT-maskiner som användes i datainsamlingen. I artikel 4 (tabell 1) gjordes mätningar på 7 olika DT maskiner av samma leverantör GE. I artikel 9 (tabell 1) användes 2 olika DT-maskiner, GE och Philips. I övriga studier användes endast 1 DT-maskin. Författarna tycker det är bra att olika DT-maskiner använts i samma studie då de anser att validiteten i studien ökar. Författarna tror även att DT-modeller från olika år och leverantörer kan spela in i resultatet.

Författarna skulle vilja ha med mer artiklar om effekten vid vinkling av gantry vid DT-huvud. Artikel *Lens dose in routine head CT: Comparison of different optimization methods with anthropomorphic phantoms* (27) är den enda som upplyser gantryvinkling, men valdes att ta med i kategorin rätt centrering då det är en medveten centrering som görs av röntgensjuksköterskan. Författarna anser att

vinkling av gantryt vid DT-huvud används varje dag och det vore därför intressant och lärorikt med vidare forskning om detta, så att flera röntgensjuksköterskor uppmärksammas.

Författarna hittade fler artiklar om åtgärden rätt centrering än de övriga kategorierna. Därför kändes det som fler forskare har belyst ämnet tidigare. Författarna undrar hur resultatet hade sett ut om alla forskare hade använt sig av samma DT-leverantör, hade det gett ett mer trovärdigt resultat med liknande stråldos minskning? Författarna tycker att det skulle varit intressant med framtida studier där olika sorters DT-maskiner inkluderades, vid samma undersökningstyp och avstånd från gantryt. På så sätt hade stråldosen vid de olika centreringarna kunnat jämföras med varandra på ett bättre sätt och även vilken DT som skulle gett mest strålning vid samma typ av undersökning och centrering.

kV-protokoll

Användandet av ett anpassat kV-protokoll visade en sänkning av stråldos till patient. I artikel 7 minskade den ekvivalenta dosen med 42 % vid användande av 80 kV jämfört med 120 kV (28).

Det var bara artikel 7 som använde sig av fantom, resterande artiklar i kategorin kV-protokoll använde patienter till datainsamlingen. Författarna funderar på om studie på fantom eller människa kan göra att resultatet skiljer sig. Men alla artiklarna har kommit fram till samma slutsats gällande stråldos reducering. Det var olika strålningsområden som har bestrålats i de olika studierna: Ett större strålningsområde ger en ökad stråldos (29).

Det författarna funderar på är om röntgensjuksköterskan skulle kunna få mer utbildning och kunskap om bild-diagnostik, för att kunna reglera kV-protokollen efter patientens storlek och form.

I artikel 13 (tabell 1) diskuterade forskarna jämförelse av två olika kV-protokoll. Forskarna antydde att det skulle vara till fördel att jämföra protokollen på samma patienter. Forskarna ansåg ändå att de var ett godtyckligt resultat då grupperna innehöll ungefär samma ålder, kön, längd och vikt. Att bestråla samma patient mer än nödvändigt anses oetiskt. De olika studierna har forskat på olika organ, bland

annat buk, käke och huvud. Dessa organ har olika grad av strålkänslighet och på så sätt användes olika värden för mAs och kV i studien(7).

Det vore intressant med ytterligare forskning med mer specifika och större patientgrupper inom kV-protokoll. Ute i verksamma kliniken justerades inte mAs och kV så ordentligt, uppmärksammade författarna vid VFU. Därav vore det viktigt med mer kunskap gällande justering av parametrarna för att kunna arbeta efter ALARA-principen (15).

mAs-protokoll

Genom att sänka mAs kan stråldosen reduceras till patienten. Alla artiklarna har kommit fram till samma slutsats, mAs kan sänkas med hänsyn till patientens kroppsstorlek. I artiklarna har de använt olika mAs-protokoll, vilket kan vara en avgörande faktor till resultatet tror författarna. Även här spelar de olika strålområdena roll för stråldosen till patienten. I artikel 3 och 14 (tabell 1) har datainsamlingen skett på patientgrupper medan i artikel 11 (tabell 1) har datainsamlingen skett på en fantom. Författarna anser att endast 1 fantom inte kan täcka upp alla olika kroppsformer, kön och åldrar människan har. Artikel 3 nämner forskarna att det var en nackdel med bara 1 DT-maskin, då resultat kan variera mellan olika DT-leveratörer (33). Författarna reagerade på att endast 1 DT-maskin använts i studien och anser att det kan påverka resultatet. Om ytterligare en DT-maskin inkluderats i studien hade deras resultat kunnat stödja varandra.

Liknande kV-protokoll åtgärden uppmärksammade författarna på VFU att vid bland annat konventionell röntgen justerades mAs direkt om det var exempelvis en större patient. Vid DT märkte författarna att det inte görs lika ofta. Om det gjordes var det en kunnig röntgensjuksköterska som justerade. Därav vore det även här viktigt, tycker författarna, med ytterligare forskning med stora patientgrupper, liknande DT-maskiner och liknande undersökningar med samma mAs-protokoll för att kunna få ett trovärdigt resultat.

Stråldosanpassning efter Body Mass Index

I artikel 6 (tabell 1) där datainsamling har skett på olika patientgrupper ansåg forskarna att de använt sig av en för liten patientgrupp, i vissa grupper deltog endast 10 patienter. Även storleksintervallet i grupperna var bristande då det var väldigt spritt bland de olika viktklasserna. Studierna har haft en bra indelning av viktklasser vilket ger ett trovärdigt mått på reliabilitet i resultatet(36).

Författarna tog med åtgärden BMI trots de få artiklarna då de anser det är en viktig bidragande åtgärd till att kunna minska stråldosen utefter patientens BMI.

Författarna tycker att det är tråkigt att inte fler artiklar gällande BMI kunde hittas, men hoppas på kommande studier tar upp mer om BMI.

Vid framtida forskning tycker författarna att det skulle vara intressant med en större patientgrupp och även studier på flera olika organ och undersökningar. Även att studierna presenterar de vanligaste BMI-klasser som en människa kan ha.

En annan upptäckt av sökandet på strålminskande åtgärder som röntgensjuksköterskan kan göra är strålningens påverkan på bildkvalitet. Detta gav en ökad kunskap om hur bildkvalitet och brus påverkas vid stråldos reducering. Med det menas hur mycket bildkvalitet hänger ihop med stråldosen. Slutligen tycker författarna att resultatet är trovärdigt, då majoriteten av artiklarna stödjer varandra och en hög reliabilitet och validitet används.

Författarna har försökt att hitta ytterligare forskningsstudier innehållande åtgärder som kan utövas av röntgensjuksköterskan för att minska stråldos. Författarna hittade dock inga studier med andra åtgärder.

Omnämmanden

Ett stort tack till vår handledare Tatiana Sterlingova som hjälpt oss genom hela arbetet.

Slutsatser

Genom att använda sig av de olika åtgärderna som kommit fram i studien kan röntgensjuksköterskan minska stråldosen till patienten. De fyra stråldosreducerande åtgärder som presenterats i litteraturstudien (rätt centrering, kV-protokoll, mAs-protokoll och stråldosanpassning efter BMI) gav ökad kunskap i området. Att använda dessa åtgärder vid DT-undersökningen hjälper röntgensjuksköterskan att arbeta efter ALARA-principen. Något som skulle vara intressant är att belysa fler åtgärder som kan nyttjas av röntgensjuksköterskan för att minska stråldos till patienten.

Referenser

1. Matsubara K, Koshida K, Ichikawa K, Suzuki M, Takata T, Yamamoto T, et al. Misoperation of CT automatic tube current modulation systems with inappropriate patient centering: Phantom studies. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192(4):862-865
2. Örnberg G. Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska. Sverige: Svensk förening för röntgensjuksköterskor: 2011
3. Vårdförbundet, Svensk förening för röntgensjuksköterskor. Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor. Sverige:Vårdförbundet: 2008
4. Hellström M, Magnusson A. Urogenitalorgan. In: Aspelin P, Pettersson H, redaktörer, *Radiologi.* Lund: Studentlitteratur; 2008. S489-581
5. Tillander-Klang. Datortomografifysik. In: Aspelin P, Pettersson H, editors, *Radiologi.* Upplaga 1:1. Polen. Studentlitteratur; 2008 p71-78
6. Fass: Datortomografi. Umeå: Umeås universitetshus; 2011 [läst:2011-10-11]. Hämtad från:
<http://www.fass.se/LIF/medicinebookdocument?documentId=e79e0445-056e-403b-b9a9-67598666a16a&headlineType=96&headlineIllnessType=Hj%C3%A4rna+och+nervsystem>
7. Berglund E, Jönsson B-A. Medicinsk Fysik. Lund. Studentlitteratur. 2007
8. Axelsson B. Strålskydd. | In: Aspelin P, Pettersson H, redaktörer. *Radiologi.* Lund. Studentlitteratur; 2008. S 31-34
9. Carlsson S, Svensson S-E. Nuklearmedicin: Fysik & teknik radiofarmaka nuklearmedicinska bilder datoranvändning spårämneskinetik strålrisker & strålskydd kvalitetssäkring. 2007. Hämtad från: http://www.sfnm.se/wp/wp-content/uploads/2013/08/Nuklearmedicin_SC_SES.pdf
10. Guziński M, Waszczuk L, Sasiadek MJ. Head CT: Image quality improvement of posterior fossa and radiation dose reduction with ASiR - comparative studies of CT head examinations. *Eur Radiol.* 2016. [E-pub ahead of print]
11. McCollough CH, Chen GH, Kalender W, Leng S, Samei E, Taguchi K et al. Achieving routine submillisivert CT scanning: Report from the summit on management of radiation dose in CT. *Radiology.* 2012 Aug;264 (2):567-80

12. Hara AK, Wellnitz CV, Paden RG, Pavlicek W, Sahani DV. Reducing Body CT Radiation Dose: Beyond Just Changing the Numbers. *AJR Am J Roentgenol.* 2013; 201(1):33–40
13. Boos J, Lanzman, R.S. Meineke A, Heusch P, Sawicki L.M, Antoch G, Kröpil P. Dose monitoring using the DICOM structured report: assessment of the relationship between cumulative radiation exposure and BMI in abdominal CT. *Clin Radiol.* 2015;70(2):176-82
14. Tamm EP, Rong XJ, Cody DD, Ernst RD, Fitzgerald NE, Kundra V. Quality initiatives: CT radiation dose reduction: how to implement change without sacrificing diagnostic quality. *Radiographics.* 2011;31(7):1823-32.
15. Strålskyddsstiftelsen. Strålskydd – vår viktigaste uppgift. 2014. [Läst: 2016-01-10]. Hämtad från: www.stralskyddsstiftelsen.se/om-oss/
16. Karlsson E. Informationssökning. In: Henricson M, redaktör. *Vetenskaplig teori och metod.* Lund: Studentlitteratur; 2012. S96-113
17. Willman A, Stoltz P, Bahtsevani C. *Evidensbaserad omvårdnad.* Upplaga 2. Lund: Studentlitteratur; 2006.
18. Riktlinjer för litteraturstudier Hämtad från: http://www.gu.se/digitalAssets/1509/1509977_riktlinjer-f-r-litteraturstudier-iki-2015.pdf [Läst 2016-02-02]
19. Critical Appraisal Skills Programme (CASP). Hämtad från: [www. Casp-uk.net](http://www.casp-uk.net) [läst 2016-01-10]
20. Critical Appraisal Skills Programme Hämtad från: <http://www.casp-uk.net/#!casp-tools-checklists/c18f8> [läst: 2016-01-14]
21. Vetenskapsrådet. *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning,* Uppsala: Uppsala universitet [Hämtad den 06-06-2016] Tillgänglig vid: <http://www.codex.vr.se/texts/HSFR.pdf>.
22. Codex: regler och riktlinjer för forskning. Uppsala. Centrum för forskning & bioetik: Uppsala universitet; 2016 [Läst 2016-01-08]
23. Kaasalainen T, Palmu K, Lampinen A, Kortnesniemi M. Effect of vertical positioning on organ dose, image noise and contrast in pediatric chest CT-phantom study. *Pediatr Radiol.* 2013; 43(6):673-84
24. Habibzadeh MA Ay MR, Asl AR, Ghadiri H, Zaidi H. Impact of miscentering on patient dose and image noise in x-ray CT imaging: phantom and clinical studies. *Phys Med.* 2012 ;28(3):191-9.

25. Kaasalainen T, Palmu K, Reijonen V, Kortensniemi M. Effect of Patient Centering on Patient Dose and Image Noise in Chest CT. *AJR Am J Roentgenol.* 2014; 203(1):123-30
26. Cheng PM. Patient Vertical Centering and Correlation with Radiation Output in Adult Abdominopelvic CT. *J Digit Imaging.* 2016; [Epub ahead of print]
27. Chambers D, Bohay R, Kaci L, Barnett R, Battista J. In-plane shielding for CT: effect of off-centering, automatic exposure control and shield-to-surface distance. *Korean J Radiol.* 2009 ;10(2):156-63
28. Nikupaav U, Kaasalainen T, Reijonen V Ahonen S-M, Kortensniemi M. Lens Dose in Routine Head CT: Comparison of Different Optimization Methods With Anthropomorphic Phantoms. *AJR Am J Roentgenol.* 2015; 204(1):117-23
29. Tang K, Wan L, Li R, Lin J, Zheng X, Cao G. Effect of Low Tube Voltage on Image Quality, Radiation Dose, and Low-Contrast Detectability at Abdominal Multidetector CT: Phantom Study. *J Biomed Biotechnol.* 2012;2012:130169
30. Saman R, Steven J, Bicknell S. Reduced Kilovoltage in Computed Tomography—Guided Intervention in a Community Hospital: Effect on the Radiation Dose. *Can Assoc Radiol J.* 2014; 65(4):345-51
31. May MS, Kramer MR, Eller A, Wuest W, Scharf M, Brand M et al. Automated tube voltage adaptation in head and neck computed tomography between 120 and 100 kV: effects on image quality and radiation dose. *Neuroradiology.* 2014; 56(9):797-803
32. Lee S, Jung SE, Rha SE, Byun JY. Reducing radiation in CT urography for hematuria: Effect of using 100 kilovoltage protocol. *Eur J Radiol.* 2012; 81(8):e830-4
33. Hu L, Wang Y, Hou H, Wei F, Yang G, Chen Y. Radiation dose and image quality with abdominal computed tomography with automated dose-optimized tube voltage selection. *J Int Med Res.* 2014; 42(4):1011-1017. [Epub ahead of print]
34. Sulagaesuan C, Saksobhavit N, Asavaphatiboon S, Kaewlai R. Reducing emergency CT radiation doses with simple techniques: A quality initiative project. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2016; 60(1):23-34

35. Chambers D, Bohay R, Kaci L, Barnett R, Battista J. The effective dose of different scanning protocols using the Sirona GALILEOS(®) comfort CBCT scanner. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; 44(2):20140287
36. Kanemats M, Kondo H, Miyoshi T, Goshima S, Noda Y, Tanahashi Y et al. Whole-body CT with high heat-capacity X-ray tube and automated tube current modulation--effect of tube current limitation on contrast enhancement, image quality and radiation dose. *Eur J Radiol.* 2015; 84(5):877-83
37. Sulagaesuan C, Saksobhavivat N, Asavaphatiboon S, Kaewlai R. Reducing emergency CT radiation doses with simple techniques: A quality initiative project. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2016; 60(1):23-34
38. Tan W, Zhan S, Yang S, Zhuang Y, Cheng R, Zhan H. Reduction of radiation dose in the spiral CT scan of the lumbar spine by the combined use of body mass index (BMI) and automatic exposure control (AEC). *J Xray Sci Technol.* 2014; 22(6):697-706.
39. Forsberg C, Wengström Y, Att göra systematiska litteraturstudier. Upplaga 4. Stockholm: Natur&Kultur; 2016
40. Backman J. Rapporter och uppsatser. Uppl 2. Lund. Studentlitteratur. 2008

Bilagor

Bilaga 1



11 questions to help you make sense of case control study

How to use this appraisal tool

Three broad issues need to be considered when appraising a case control study:

- Are the results of the trial valid? (Section A)
- What are the results? (Section B)
- Will the results help locally? (Section C)

The 11 questions on the following pages are designed to help you think about these issues systematically.

The first two questions are screening questions and can be answered quickly. If the answer to both is "yes", it is worth proceeding with the remaining questions.

There is some degree of overlap between the questions, you are asked to record a "yes", "no" or "can't tell" to most of the questions. A number of italicised prompts are given after each question. These are designed to remind you why the question is important. Record your reasons for your answers in the spaces provided.

These checklists were designed to be used as educational tools as part of a workshop setting

There will not be time in the small groups to answer them all in detail!

©CASP This work is licensed under the Creative Commons Attribution - NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/> www.casp-uk.net

(A) Are the results of the study valid?

Screening Questions

1. Did the study address a clearly focused issue? Yes Can't tell No

HINT: A question can be focused in terms of

- The population studied
- The risk factors studied
- Whether the study tried to detect a beneficial or harmful effect?

2. Did the authors use an appropriate method to answer their question? Yes Can't tell No

HINT: Consider

- Is a case control study an appropriate way of answering the question under the circumstances? (Is the outcome rare or harmful)
- Did it address the study question?

Is it worth continuing?



Detailed questions

3. Were the cases recruited in an acceptable way?

Yes

Can't tell

No

HINT: We are looking for selection bias which might compromise validity of the findings

- Are the cases defined precisely?
- Were the cases representative of a defined population? (geographically and/or temporally?)
- Was there an established reliable system for selecting all the cases
- Are they incident or prevalent?
- Is there something special about the cases?
- Is the time frame of the study relevant to disease/exposure?
- Was there a sufficient number of cases selected?
- Was there a power calculation?

4. Were the controls selected in an acceptable way?

Yes

Can't tell

No

HINT: We are looking for selection bias which might compromise The generalisibility of the findings

- Were the controls representative of defined population (geographically and/or temporally)
- Was there something special about the controls?
- Was the non-response high? Could non-respondents be different in any way?
- Are they matched, population based or randomly selected?
- Was there a sufficient number of controls selected?

5. Was the exposure accurately measured to minimise bias?

Yes

Can't tell

No

HINT: We are looking for measurement, recall or classification bias

- Was the exposure clearly defined and accurately measured?
- Did the authors use subjective or objective measurements?
- Do the measures truly reflect what they are supposed to measure? (Have they been validated?)
- Were the measurement methods similar in the cases and controls?
- Did the study incorporate blinding where feasible?
- Is the temporal relation correct? (Does the exposure of interest precede the outcome?)

6. (a) What confounding factors have the authors accounted for?

List:

HINT: List the ones you think might be important, that the author missed.

- Genetic
- Environmental
- Socio-economic

(b) Have the authors taken account of the potential confounding factors in the design and/or in their analysis?

Yes

Can't tell

No

HINT: Look for

- Restriction in design, and techniques e.g. modelling stratified-, regression-, or sensitivity analysis to correct, control or adjust for confounding factors

7. What are the results of this study?

HINT: Consider

- What are the bottom line results?
- Is the analysis appropriate to the design?
- How strong is the association between exposure and outcome (look at the odds ratio)?
- Are the results adjusted for confounding, and might confounding still explain the association?
- Has adjustment made a big difference to the OR?

(B) What are the results?

8. How precise are the results?

How precise is the estimate of risk?

HINT: Consider

- Size of the P-value
- Size of the confidence intervals
- Have the authors considered all the important variables?
- How was the effect of subjects refusing to participate evaluated?

9. Do you believe the results?

Yes

No

HINT: Consider

- Big effect is hard to ignore!
- Can it be due to chance, bias or confounding?
- Are the design and methods of this study sufficiently flawed to make the results unreliable?
- Consider Bradford Hills criteria (e.g. time sequence, dose-response gradient, strength, biological plausibility)

(C) Will the results help locally?

10. Can the results be applied to the local population?

Yes

Can't tell

No

HINT: Consider whether

- The subjects covered in the study could be sufficiently different from your population to cause concern
- Your local setting is likely to differ much from that of the study
- Can you quantify the local benefits and harms?

11. Do the results of this study fit with other available evidence?

Yes

Can't tell

No

HINT: Consider all the available evidence from RCT's, systematic reviews, cohort studies and case-control studies as well for consistency.

Remember

One observational study rarely provides sufficiently robust evidence to recommend changes to clinical practice or within health policy decision making.

However, for certain questions observational studies provide the only evidence.

Recommendations from observational studies are always stronger when supported by other evidence.

Bilaga 2.
Sökhistorik över vetenskapliga artiklar.

Datum	Databas	Sökord	Antal träffar	Lästa abstracts	Lästa fulltext	Valda artiklar.
2016-02-03	PubMed	Reduced radiation dose in CT	1856	7	1	1
2016-02-08	PubMed	X-ray patient dose miscentering in CT	6	5	2	2
2016-02-08	PubMed	Automatic exposure control patient dose in CT	91	6	0	0
2016-02-09	PubMed	Reducing body CT dose	165	9	1	1
2016-02-09	PubMed	Impact of pitch in CT	5	2	0	0
2016-02-10	PubMed	Radiation dose off-centering in CT	6	3	1	1
2016-02-10	PubMed	CT protocol reduce radiation	31	5	1	1
2016-02-10	Cinahl	Miscentering CT radiation dose	314	2	2	2
2016-02-11	Cinahl	Miscentering CT radiation dose.	314	2	0	0
2016-02-11	PubMed	Effects of centering radiation dose in computed tomography	5	3	2	2
2016-02-15	PubMed	Effects head CT patient radiation dose	157	6	2	2
2016-02-15	PubMed	Reduce lens dose in head CT	11	4	0	0
2016-02-16	PubMed	Effects of kilovoltage in patient dose in CT	32	2	1	1
2016-02-16	PubMed	Effects of tube current patient dose in CT	62	5	1	1
2016-02-16	PubMed	CT optimization kV	43	2	1	1

Bilaga 3. Artikelöversikt.

Publikations-år Land Databas Författare Checkpoint Etisk godkännande	Titel	Syfte	Metod Urval Bortfall	Slutsats/Resultat
1. 2012-10-29 Finland PubMed Kaasalainen T, Palmu K, Lampinen A, Kortesniemi M. Totalt: 11/11 Uppgift saknas	Effect of vertical positioning on organ dose, image noise and contrast in pediatric chest CT-phantom study.	Utvärdera effekten av vertikala felcentrering på stråldos, bildbrus/ bildkontrast i CT	Kvantitativ studie. Anatomisk barnfantom (5år). Datainsamling gjordes på 1 CT med 7 olika höjdnivåer på patientbordet. 0 referensnivå bordshöjd var 2, 4, 6 cm under 0- nivå och 2, 4 och 5,4 över 0-referensen.	Märkbar skillnad i stråldos då fantom var korrekt placerad/felcentrerad. Dos ökade med 35 % då centrering var 5,4 cm ovanför isocentrum jämfört med referensposition.
2. 2014-03-31 Finland PubMed Nikupaav U, Kaasalainen T, Reijonen V Ahonen S-M, Kortesniemi M Totalt: 10/11 Uppgift saknas	Lens Dose in Routine Head CT: Comparison of Different Optimization Methods With Anthropomorphic Phantoms	Studera olika metoder för att minska stråldos till ögonlins i CT-huvud.	Kvantitativ studie. 2 fantomer med anatomisk struktur. Datainsamling skedde på 1 CT-maskin. 8 olika inställningar vid insamling varav 1 var lutningen av huvud i gantry.	Effektivaste metoden vid reducering av stråldos till linsen är gantryvinkling vilket leder till en 75 % minskning av lins dosen. Vid vinkling lämnades linserna utanför den primära strålningen.

<p>3. 2015-09-20 Thailand PubMed</p> <p>Sulagaesuan C, Saksobhavivat N, Asavaphatiboon S, Kaewlai R.</p> <p>Totalt: 9/11 Godkänd</p>	<p>Reducing emergency CT radiation doses with simple techniques: A quality initiative project.</p>	<p>Använda specifika CT-protokoll & justera scan parametrar för att minska exponering av strålning som resulterar i minskad stråldos.</p>	<p>Beskrivande retrospektiv studie. Jämför 2 patientgrupper som gjort CT-undersökningar innan och efter dosreduktions protokoll. Fast kV 120 och mAs ändrades från 90-130 beroende på patientstorlek. Ca 700-1000 deltagare/grupp</p>	<p>Protokoll för grupp 2 gav en lägre effektiv stråldos med 53-73% jämfört med grupp 1. Alltså ska patientstorlek, mAs, Kv tas till hänsyn.</p>
<p>4. 2011-07-08 Nederländerna, Iran, Schweiz. PubMed</p> <p>HabibzadehM.A, Ay M.R,</p> <p>Kamali Asl A.R, Ghadiri H, Zaidi H.</p> <p>Totalt: 11/11 Uppgift saknas</p>	<p>Impact of miscentering on patient dose and image noise in x-ray CT imaging: Phantom and clinical studies</p>	<p>Undersöka & sammanställa inverkan av patientens felcentrering på bildbrus & patientdos.</p>	<p>Kvantitativ studie. Datainsamling gjordes med olika graders felcentreringar på och under 0-referensen med 0, 2, 4 och 6 cm. på 7 CT maskiner varav tre olika modeller & stråldos mättes på 6 cylindriska fantomer med varierad storlek.</p>	<p>Ökning av felcentrering leder till en ökad patientdos och bildbrus. 2 cm ökade stråldos med 13,5%, 4 cm ökade 33,3% och 6cm ökade 51,1%.</p>

<p>5. 2013-10-30 Finland. PubMed</p> <p>Kaasalainen T, Palmu K, Reijonen V, Kortesniemi M.</p> <p>Totalt: 10/11 Godkänd</p>	<p>Effect of Patient Centering on Patient Dose and Image Noise in Chest CT</p>	<p>Utvärdera effekten av den vertikala centrerings på dos och bildbrus vid thorax-CT</p>	<p>Kvantitativ studie. 3 fantomer med olika storlekar. Fantomerna scannades i 7 olika vertikala nivåer i rygggläge på patientbordet. Referensnivå 0, 2, 4, och 6 cm under och över referensnivå.</p>	<p>Ju närmre patientbordet befinner sig till röntgenröret desto högre blir stråldosen till patienten. Vid centering 6 cm under referensnivå ökade stråldosen med 38%.</p>
<p>6. 2014-08-24 Kina PubMed</p> <p>Tan W, Zhan S, Yang S, Zhuang Y, Cheng R, Zhan H.</p> <p>Totalt: 11/11 Godkänd</p>	<p>Reduction of radiation dose in the spiral CT scan of the lumbar spine by the combined use of body mass index (BMI) and automatic exposure control (AEC)</p>	<p>Undersöka betydelsen av kombinerade användningen av BMI hos patienten och ACE för att minska stråldos vid scanning av ländrygg.</p>	<p>Prospektiv studie. En CT användes och jämförde fast rörström & AEC. 100 patienter som delades in i Grupp A&B baserat på Body Mass Index (BMI), dessa delades in i undergrupper. Patienter med metallimplantat uteslöts.</p>	<p>Användning av BMI för att välja korrekta individuellt anpassade scan-parametrar i kombination med AEC-teknik leder till reducering av stråldos till patient.</p>
<p>7. 2012-02-24 Kina Cinahl</p> <p>Tang K, Wan L, Li R, Lin J, Zheng X, Cao G.</p> <p>Totalt: 11/11 Godkänd</p>	<p>Effect of Low Tube Voltage on Image Quality, Radiation Dose, and Low-Contrast Detectability at Abdominal Multidetector CT: Phantom Study</p>	<p>Undersöka effekten av låg rörspänning (80kV) på bildkvalitet, stråldos & låg kontrast detektorbarhet (LCD)</p>	<p>Kvantitativ studie, bestående av 1 fantom & 1 CT. Olika strålningsprotokoll vid 80 kV respektive 120 kV. Olika mAs användes.</p>	<p>Låg rörspänning (80kV) kan minska stråldosen upp till 42 % genom att minska rörspänningen (kV) och öka rörström (mAs). Dock kan bildbrus öka.</p>

<p>8. 2015-07-12 Canada Cinahl</p> <p>Saman R, Steven J, Bicknell S.</p> <p>Totalt: 11/11 Godkänd</p>	<p>Reduced Kilovoltage in Computed Tomography— Guided Intervention in a Community Hospital: Effect on the Radiation Dose</p>	<p>Utvärdera effekten av låg rörspänning (80-100kV) på strålning till patienter jämfört med hög rörspänning (120kV)</p>	<p>Kvantitativ studie. 1 CT- maskin. 2 patient grupper. Två olika kV protokoll användes. Grupp 1 bestrålades med rörspänning 120 kV och grupp 2 bestrålades med 80-100 kV beroende på hur bildkvalité påverkades.</p>	<p>Alla patienter som bestrålades med 80 kV (6 patienter: 100kV) visade en minskning på stråldosen utan att påverka bildkvalitet.</p>
<p>9. 2016-01-25 USA PubMed</p> <p>Cheng PM</p> <p>Totalt: 11/11 Godkänd</p>	<p>Patient Vertical Centering and Correlation with Radiation Output in Adult Abdominopelvic CT.</p>	<p>Avgöra effekten på stråldos av patients storlek & vertikal centrering i CT på vuxna i abdominalpelv is område.</p>	<p>Retrospektiv studie. 1 CT.1 fantom användes för att mäta patientcentrering, genom 5 olika bordshöjder, referensnivå 0. 5 och 10 cm under och över referensnivå. 578 patienter deltog i studie där undersökningen spelades in och patientcentreringen på bordet mättes.</p>	<p>Studien anser att ofta centrerades patienter nedanför mitten av gantryt och de patienter som var mindre hade en större risk att felcentreras. Felcentreringen påverkar stråldos.</p>
<p>10. 2009-03-03 USA PubMed</p> <p>Kalra MK, Dang P, Singh S, Saini S, Shepard JA</p> <p>Totalt: 11/11 Godkänd</p>	<p>In-plane shielding for CT: effect of off- centering, automatic exposure control and shield-to- surface distance.</p>	<p>Bedöma effekter av felcentrering, automatisk exponeringsko ntroll, brus och stråldos vid användning av sköldar.</p>	<p>Kvantitativ studie. Användning av 1 CT & 2 anatomiska bröstitfantomer, varav den ena fantomen har en strålreduceringssköld. Fantomerna bestrålades under isocenter 2,4 och 6 cm.</p>	<p>Vid felcentrering ökar stråldos, ex 2 cm felcentrerat minskar strålningen med 61 % medan 0 cm minskar dos 90 %. Skärmarna minskade dosen oavsett felcentrering.</p>

<p>11. 2014-10-29 Canada PubMed</p> <p>Chambers D, Bohay R, Kaci L, Barnett R, Battista J</p> <p>Totalt: 11/11 Uppgift saknas</p>	<p>The effective dose of different scanning protocols using the Sirona GALILEOS(®) comfort CBCT scanner</p>	<p>Bestämma effektiva dosen och CTDI vid olika protokoll vid CT-huvud.</p>	<p>Kvantitativ studie. Anatomisk fantom med 24 mätpunkter som mäts av dosimetrar. 12/72 scanningprotokoll valdes ut, var protokoll upprepas 3 gånger. Fastställd kV (85) & varierad mAs(10-42) & olika FOV.</p>	<p>Studien ger underlag för att fastställa individuella protokoll till patient för att minimera patientdos. Effektiv dos & DLP varierar linjärt med mAs.</p>
<p>12. 2014-06-11 Tyskland PubMed</p> <p>May MS, Kramer MR, Eller A, Wuest W, Scharf M, Brand M, Saake M, Schmidt B, Uder M, Lell MM.</p> <p>Totalt:10/11 Godkänd</p>	<p>Automated tube voltage adaptation in head and neck computed tomography between 120 and 100 kV: effects on image quality and radiation dose</p>	<p>Utvärdera bildkvaliteten och potentiell minskning av dos med 100 kV respektive 120 kV i huvud/hals protokoll i CT.</p>	<p>Kvantitativ studie. Datainsamling på 2 CT maskiner. Grupp A+B (100kV protokoll) jämfördes med grupp C+D(120 kV protokoll). 99 patienter totalt. 2 olika protokoll: Huvud & hals.</p>	<p>Stråldos minskade signifikant vid 100 kV jämfört med 120 kV, utan någon diagnostisk bildkvalité påverkan.</p>
<p>13. 2012-02-25 Korea PubMed</p> <p>Lee S, Jung SE, Rha SE, Byun JY.</p>	<p>Reducing radiation in CT urography for hematuria: Effect of using 100 kilovoltage protocol.</p>	<p>Jämföra stråldos och bildkvalitet mellan olika CT-urografi protokoll med 100 kV</p>	<p>Kvantitativ studie. 1 CT maskin med urografi undersökning. 25 deltagare, under 30 år. Delades in i 2 grupper med olika kV protokoll (100 & 120). Kön, ålder, längd kroppsvikt och BMI togs hänsyn till.</p>	<p>CT urografi med 100 kV protokoll resulterade i en minskning av stråldos utan påverkan på bildkvalitet. CTDI_{vol} minskade med 43,7%, DLP med 31,8% och E minskade med 31,8% vid 100 kV protokoll jämfört med 120 kV protokoll.</p>

Totalt: 11/11 Godkänd		respektive 120 kV.		
14. 2015-01-29 Japan/USA PubMed Kanemats M, Kondo H, Miyoshi T, Goshima S, Noda Y, Tanahashi Y, Bae KT. Totalt: 10/11 Godkänd	Whole-body CT with high heat-capacity X-ray tube and automated tube current modulation--effect of tube current limitation on contrast enhancement, image quality and radiation dose.	Utvärdera effekten av olika rörström och se dess begränsningar på kontrastförbättring, bildkvalitet och stråldos av hela kroppen på CT	Kohort studie. 2 CT-maskiner. Totalt 118 deltagare (10 uteslöts ur studien). 3 olika protokoll användes där mAs ändrades till 210mAs/450mAs/ingen begränsning. Rörspänningen var konstant 120 kV.	Protokoll med 210 mAs gav en minskad DLP med 31 % jämfört med 450 mAs- protokollet. Jämfört med protokoll ingen begränsning minskade stråldos med 38 %. Vid 210 mAs protokoll minskade dos och det blev endast en liten bildpåverkan, som ej stör diagnostiken i bild.
15. 2013-05-17 Kina PubMed Hu L, Wang Y, Hou H, Wei F, Yang G, Chen Y. Totalt:11/11 Godkänd	Radiation dose and image quality with abdominal computed tomography with automated dose-optimized tube voltage selection.	Bedöma bildkvalité & stråldos med standards och lågspännings protokoll vid CT.	Kvantitativ studie. 1 CT maskin. 2 grupper. Patient rekryterades vid undersökning på klinik och kriterier var 18-80 år & ett BMI mellan 20-23. Jämför standardprotokoll 120 kV med CARE kV protokoll med 80-100 kV. mAs varierade vid de olika protokollen. 11 bortfall i studie då deltagarnas kriterier ej uppfylldes.	En lite sämre, men accepterad bildkvalité med CARE kV. CTDI _{vol} (14 %), DLP(17 %) & E (17 %) visade en minskning av stråldosen vid CARE kV protokoll jämför med 120 kV protokollet.